

# КИНЕМАТИКА

## (ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ)



# Краткая историческая справка

- ▣ Развитие кинематики как науки началось еще в древнем мире и связано с таким именем как Галилей , который вводит понятие ускорения . Развитие кинематики в XVIII в. связано с работами Эйлера, заложившего основы кинематики твердого тела и создавшего аналитические методы решения задач механики. Более глубокие исследования геометрических свойств
- ▣ Более глубокие исследования геометрических свойств движения тела были вызваны развитием техники в начале XIX в. и, в частности, быстрым развитием машиностроения.
- ▣ Крупные исследования в области кинематики механизмов и машин принадлежат и русским ученым: основоположнику русской школы теории машин и механизмов П.Л. Чебышеву (1821-1894), Л.В. Ассуру (1878-1920), Н.И. Мерцалову (1866-1948), Л.П.Котельникову (1865-1944) и другим ученым.



# Основные понятия кинематики:

**Кинематика** (с греч. κινεῖν — двигаться) - раздел механики, в котором движение тел рассматривается без выяснения причин этого движения.

## Основная задача кинематики:

зная закон движения данного тела, определить все кинематические величины, характеризующие как движение тела в целом, так и движение каждой из его точек в отдельности.



# Кинематика - это описание движения тел с математическими ответами на вопросы:

1. Где?



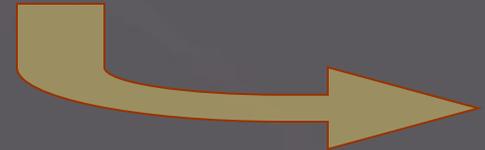
2. Когда?



3. Как?



Для получения ответов на поставленные вопросы необходимы следующие понятия:



# Основные понятия кинематики:

Механическое движение

Система отсчета

Материальная точка

Траектория

Путь

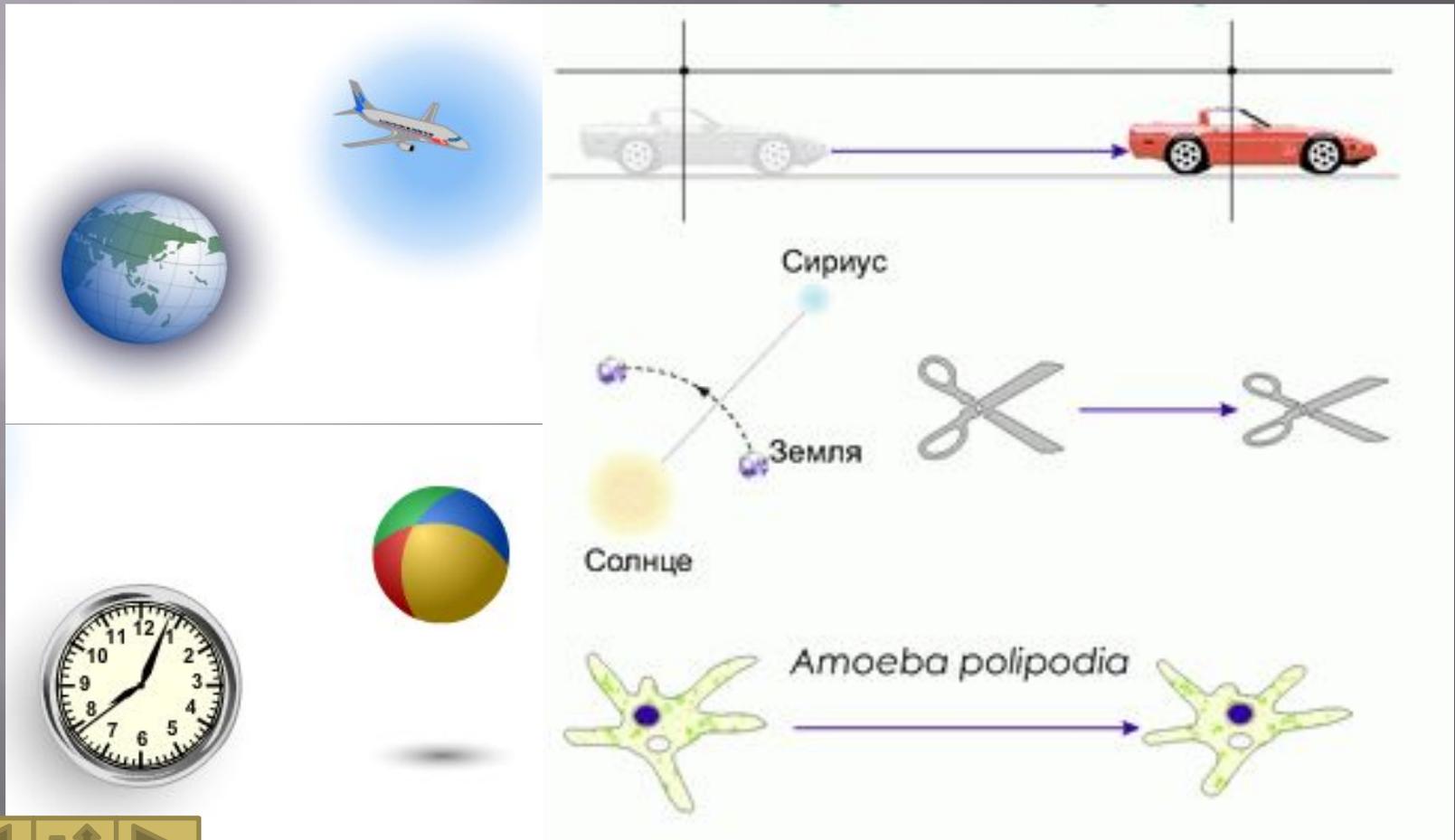
Перемещение

Скорость

Ускорение

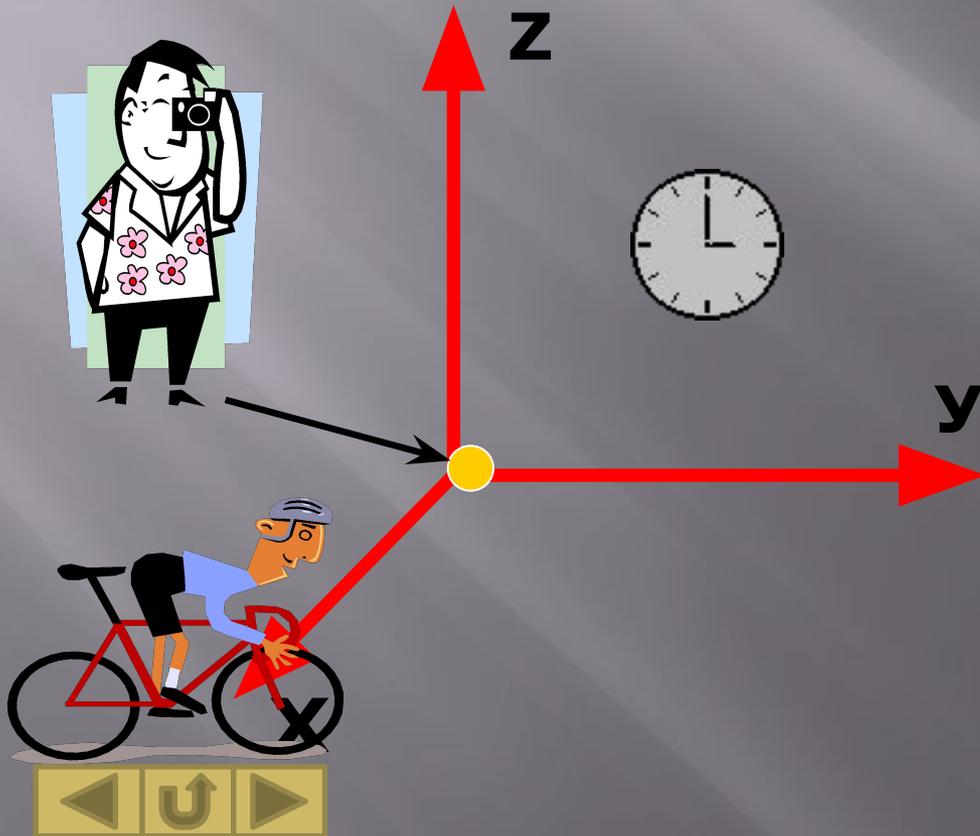


**Механическим движением** тела (точки) называется изменение его положения в пространстве относительно других тел с течением времени.



# Система отсчета:

- ▣ Тело отсчета
- ▣ Система координат
- ▣ Часы



# Материальная точка

**Тело можно считать материальной точкой, если:**

**1. расстояния, проходимые телом, значительно больше размеров этого тела;**

**2. тело движется поступательно, т.е. все его точки движутся одинаково в любой момент времени.**

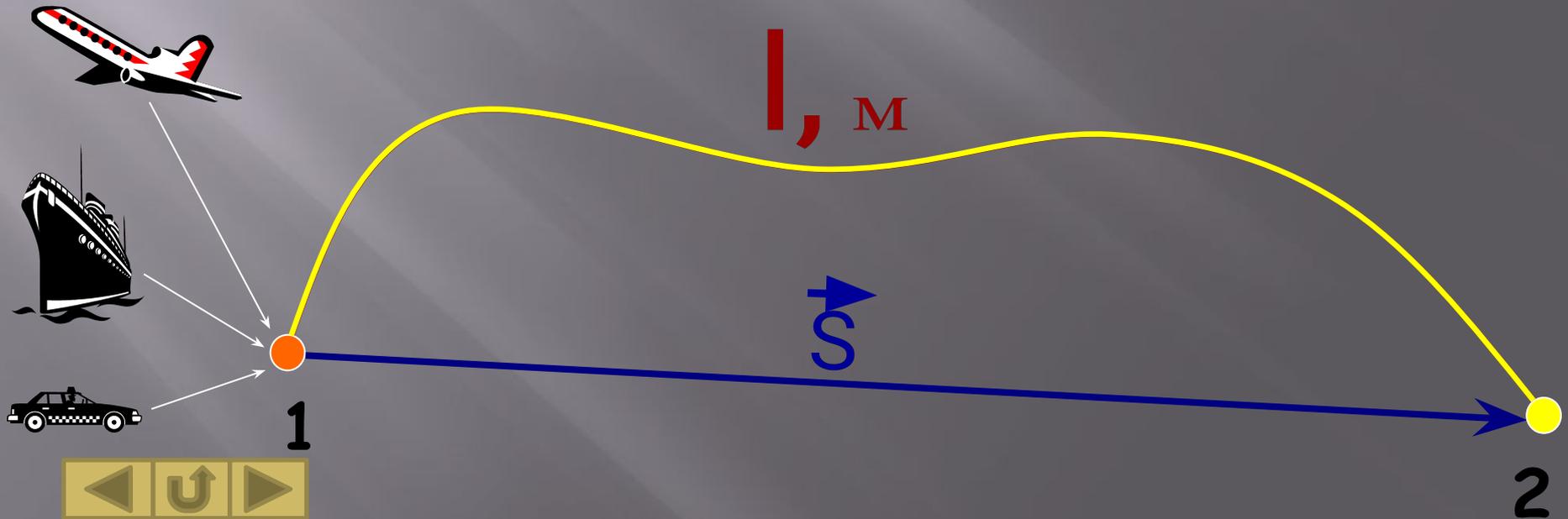


**Материальная точка** – тело, размерами и формой которого в условиях рассматриваемой задачи можно пренебречь;

**Траектория** – условная линия движения тела в пространстве;

**Путь** – длина траектории;

**Перемещение** – направленный отрезок



# Способы задания движения точки

## □ естественный

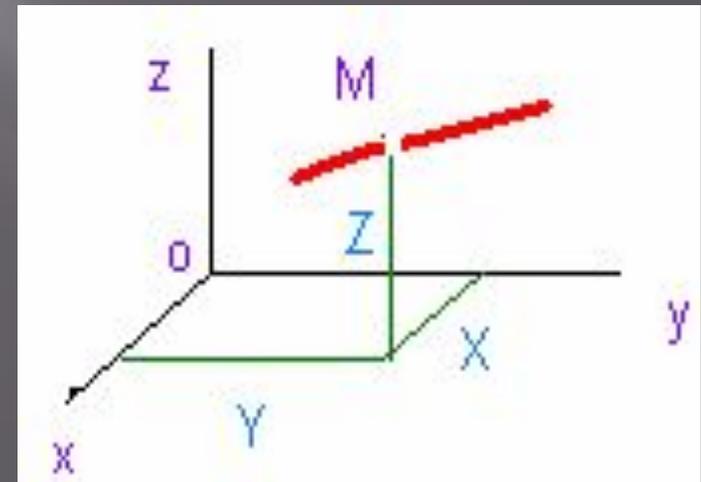
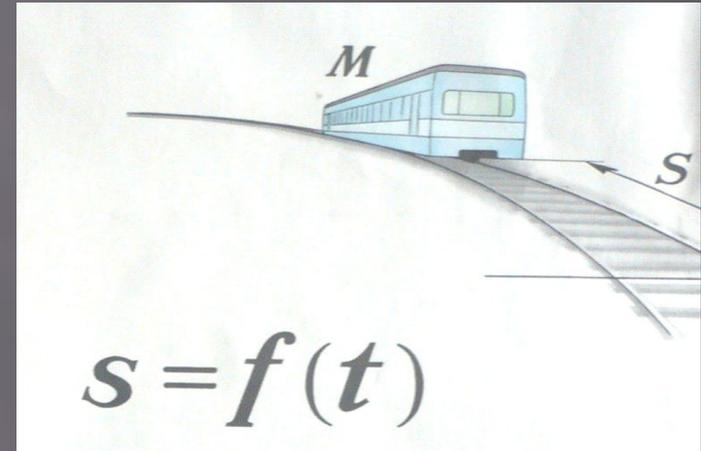
При этом способе задают: траекторию точки и закон движения по этой траектории

## □ координатный

Положение точки относительно некоторой системы отсчета задано ее координатами

Уравнения движения точки в прямоугольных координатах

$$x = f_1(t), y = f_2(t), z = f_3(t)$$



**Скорость:** векторная величина характеризует быстроту движения, показывает, какое перемещение тело совершает в единицу времени

Движение, при котором тело за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения. называют **ПРЯМОЛИНЕЙНЫМ РАВНОМЕРНЫМ.**

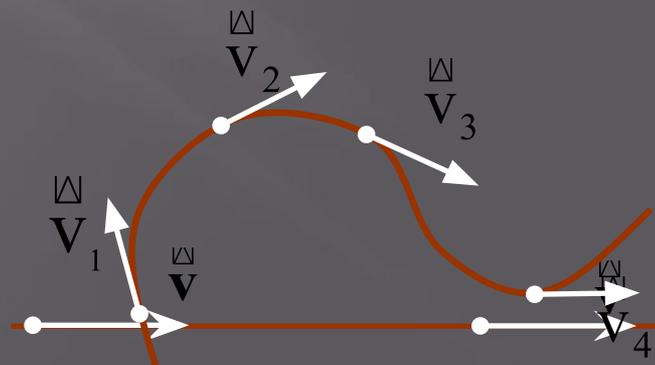
скорость равномерного движения – 
$$\vec{v} = \frac{\Delta s}{t} \quad [\text{м/с}]$$

Движение, при котором за равные промежутки времени тело совершает неравные перемещения называют **неравномерным или**

**переменным.**  
скорость неравномерного движения: 
$$\vec{v}_{\text{ср}} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Направление скорости при:

- прямолинейном движении – неизменно
- криволинейном движении – по касательной к траектории в данной точке



# Ускорение -

величина, характеризующая изменение

скорости при неравномерном движении тела.

Средним ускорением неравномерного движения в интервале от  $t$  до  $t + \Delta t$  называется векторная величина, равная отношению изменения скорости  $\Delta v$  к интервалу времени  $\Delta t$ :

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

При свободном падении вблизи поверхности Земли  $\vec{a} = \vec{g}$ , где

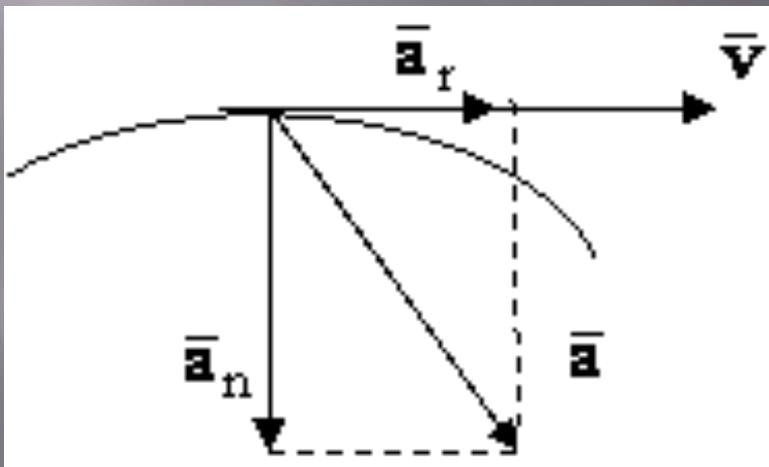
$$\vec{a} = \vec{g}$$

$$g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

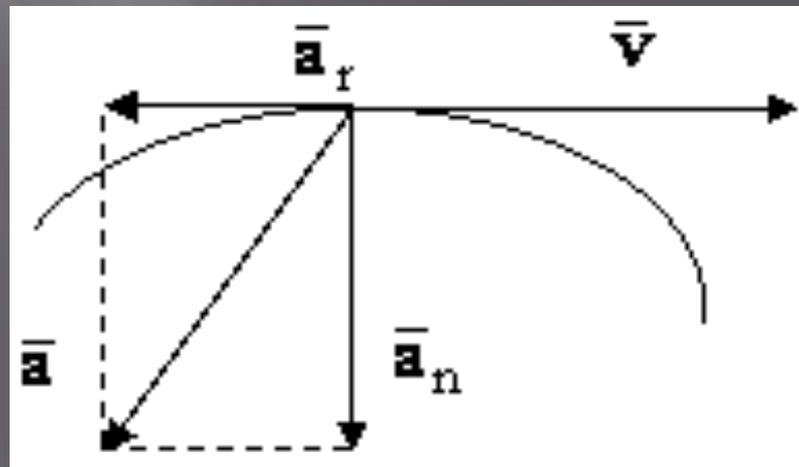


Составляющая **at** вектора ускорения, направленная вдоль касательной к траектории в данной точке, называется **тангенциальным (касательным) ускорением**. Тангенциальное ускорение характеризует изменение вектора скорости по модулю. Вектор **at** направлен в сторону движения точки при возрастании ее скорости (рисунок - а) и в противоположную сторону - при убывании скорости (рисунок - б).

а



б



Тангенциальная составляющая ускорения  $a_\tau$  равна первой производной по времени от модуля скорости, определяя тем самым быстроту изменения скорости по модулю:

$$a_\tau = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_\tau}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

Вторая составляющая ускорения равная:

$$a_n = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_n}{\Delta t} = \frac{v^2}{r}$$

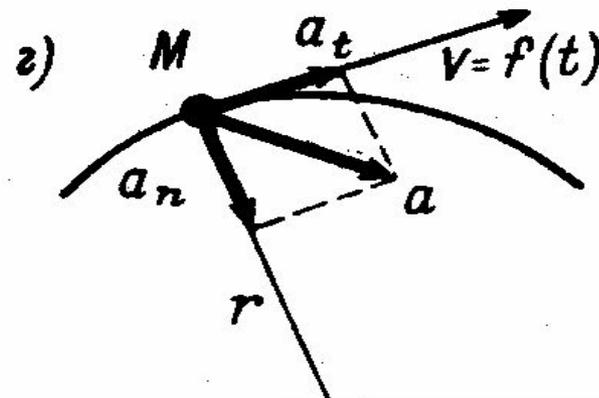
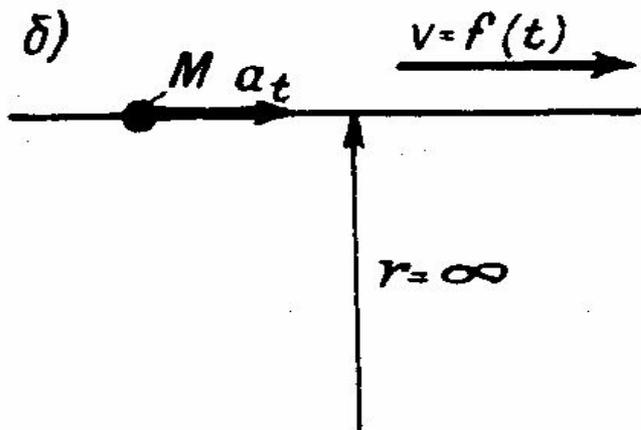
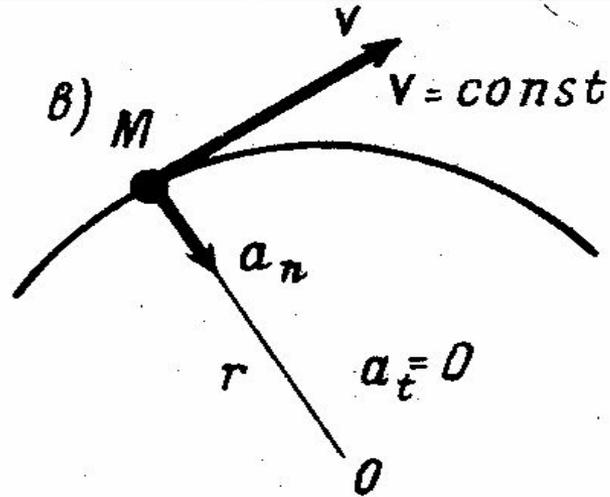
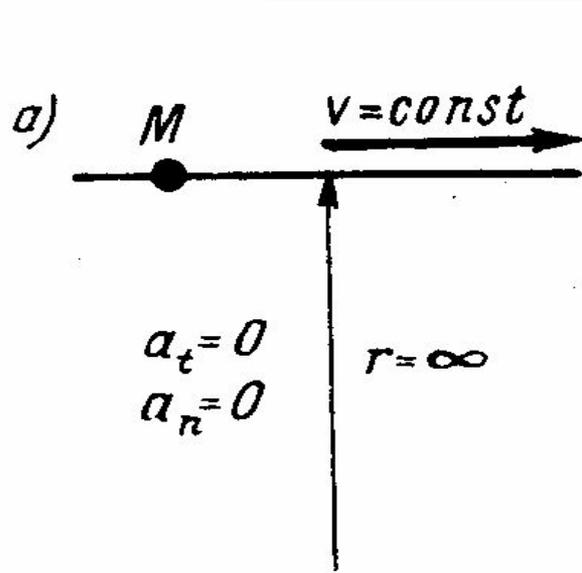
называется нормальной составляющей ускорения и направлена по нормали к траектории к центру ее кривизны (поэтому ее называют так же центростремительным ускорением).

Полное ускорение есть геометрическая сумма тангенциальной и нормальной составляющих:

$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \overline{a_\tau} + \overline{a_n}; \quad a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$$



# Частные случаи движения в зависимости от ускорения



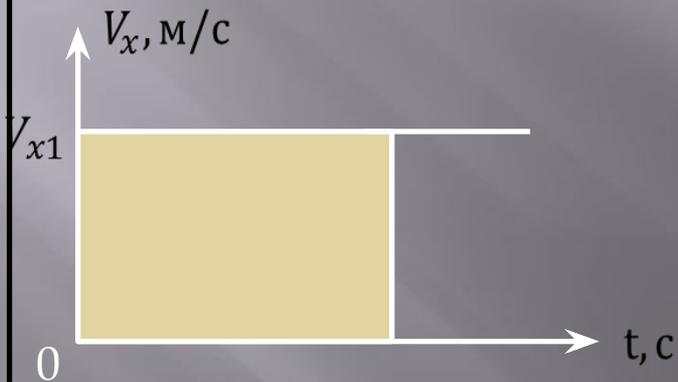
# Равномерное движение

# Равноускоренное движение



## • Перемещение

$$S_x = V_x t$$



Перемещение тела можно найти как площадь заштрихованной фигуры данного графика (если  $V_x > 0$ )

$$S_x = V_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$S_x = \frac{V_x^2 - V_{0x}^2}{2a_x}$$

Графиком перемещения будет являться парабола



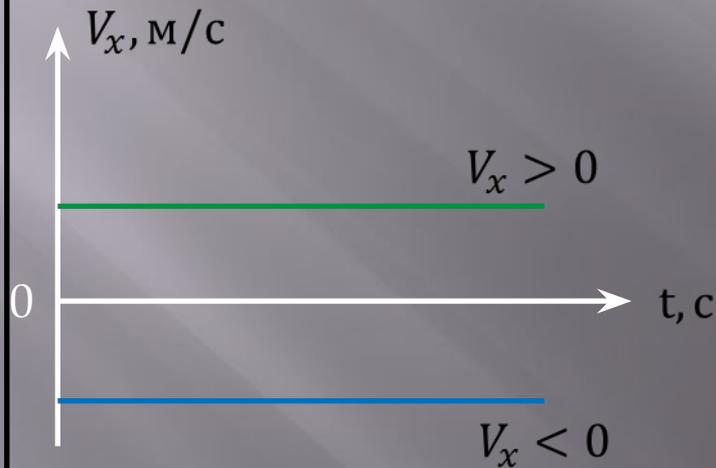
# Равномерное движение

# Равноускоренное движение



## • Скорость

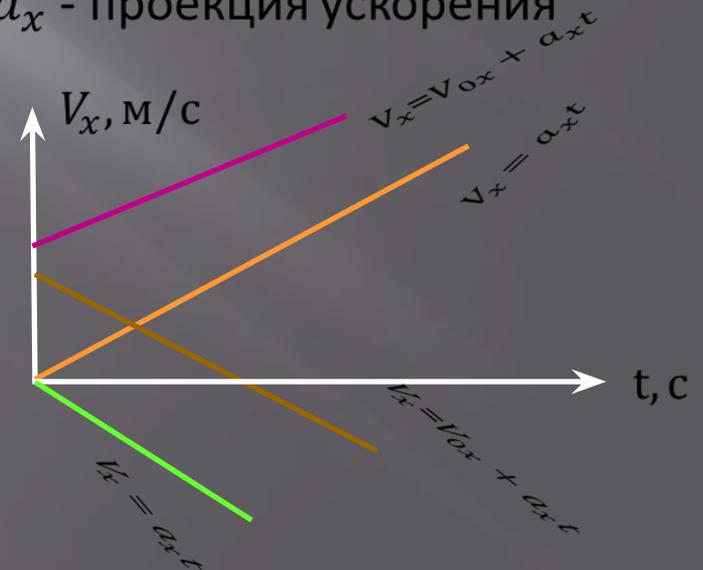
$$V_x = \frac{S_x}{t}$$



$$V_x = V_{0x} + a_x t, \text{ где}$$

$V_{0x}$  - проекция начальной скорости

$a_x$  - проекция ускорения



# Равномерное движение

# Равноускоренное движение

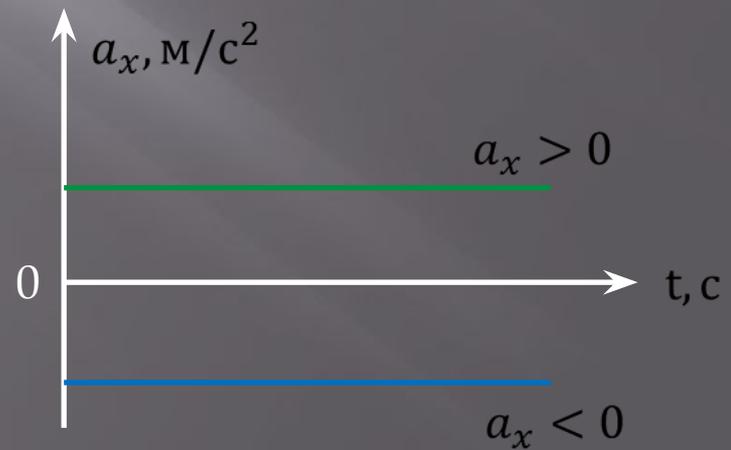


## Ускорение

Нет

$$a_x = \frac{V_x - V_{0x}}{t}$$

$$a_x = \frac{V_x^2 - V_{0x}^2}{2S_x}$$



# ЗАКРЕПЛЕНИЕ МАТЕРИАЛА

1. Точка движется по прямой с постоянным ускорением, направленным противоположно скорости. Определить, как движется точка.  
А. Равномерно. Б. Равномерно-ускоренно. В. Равномерно-замедленно.
2. Какая составляющая ускорения точки характеризует изменение величины скорости?  
А. Нормальное ускорение. Б. Касательное ускорение.

Можно ли принять Землю за материальную точку при расчете: а) расстояния от Земли до Солнца; б) пути, пройденного Землей по орбите вокруг Солнца за месяц; в) длины экватора Земли; г) скорости движения точки экватора при суточном вращении Земли вокруг оси; д) скорости движения Земли по орбите вокруг Солнца?

Можно ли принять за материальную точку снаряд при расчете: а) дальности полета снаряда; б) формы снаряда, обеспечивающей уменьшение сопротивления воздуха?

4. Определить модуль и направление полной скорости точки, если заданы проекции скорости на оси координат:  $v_x = 3 \text{ м/с}$ ,  $v_y = 4 \text{ м/с}$ .



# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Аркуша, А.И. Техническая механика [Текст]: Учебное пособие для техникумов/ А.И. Аркуша, М.И. Фролов. — М.: Высш. шк., 2005. — 446 с.: ил.
2. Мовнин М.С., Израелит А.Б., Рубашкин А.Г. Основы технической механики. — Л.: Машиностроение, 1990
3. Никитин Е.М. Теоретическая механика для техникумов.

Источники изображений:

[http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/669bc789-e921-11dc-95ff-0800200c9a66/1\\_1.swf](http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/669bc789-e921-11dc-95ff-0800200c9a66/1_1.swf)

<http://gannalv.narod.ru/img/p0002.gif>

<http://gannalv.narod.ru/img/p0005.gif>

<http://gannalv.narod.ru/img/p0012.gif>

